

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-190388

(43) 公開日 平成10年(1998)7月21日

(51) Int. Cl. °

識別記号

F I

H 0 3 H 3/04  
3/02  
9/17

H 0 3 H 3/04 B  
3/02 C  
9/17 A

審査請求 未請求 請求項の数 3

OL

(全6頁)

(21) 出願番号 特願平8-347299

(22) 出願日 平成8年(1996)12月26日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 日下部 健治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

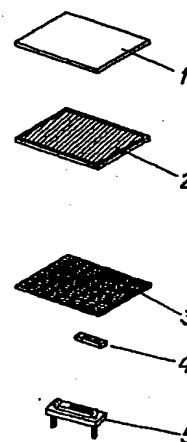
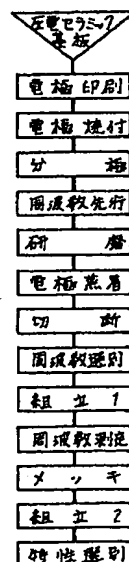
(54) 【発明の名称】 圧電セラミック共振子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 各種電子機器に使用されるセラミックフィルタ、セラミック発振子の製造において、周波数のばらつきによる歩留まり低下を解決し、周波数精度が高い圧電セラミック共振子を歩留まり高く製造することを目的とする。

【解決手段】 組立てられた後の圧電セラミック共振子の周波数を個々に測定し、目標周波数に対する差に比例した時間だけ個々に電解メッキで電極厚みを増し、周波数を微調整することによって周波数精度の高い圧電セラミック共振子を得る。

- 1 セラミック基板
- 2 電極が接合されたセラミック基板
- 3 研磨後電極が形成されたセラミック基板
- 4 セラミック素子
- 5 組立済共振子



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電セラミック共振子の実測周波数と目標周波数の差を測定し、個々に組立てた素子について周波数差に比例した時間分だけ電解メッキを施して電極の厚みを増すことにより周波数を調整するようにした圧電セラミック共振子の製造方法。

【請求項2】 電解メッキとしてニッケルの電解メッキを用いる請求項1に記載の圧電セラミック共振子の製造方法。

【請求項3】 圧電セラミック共振子の実測周波数と目標周波数の差を測定し、その測定による周波数差に比例した時間分だけバレルメッキ法により電極の厚みを増すことにより周波数を調整するようにした圧電セラミック共振子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はセラミックフィルタ、セラミック共振子等の圧電セラミック共振子の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 近年セラミックフィルタ、セラミック共振子は情報通信分野の拡大、信号処理のデジタル化に対応して需要が大きく伸びてきている。また使用周波数もより高く、より精度の高い部品の要求が増えつつある。

【0003】 圧電セラミック共振子は周波数により各種の振動モードが使い分けされる。例えば、1MHz以下の低い周波数では、拡がり振動または伸び振動のモードが使用される。このモードではセラミック素子の電極の付いていない側面を加工することにより容易に圧電セラミック共振子の周波数の調整が可能である。一方1～10MHzの周波数では厚み縦振動または厚みすべり振動が使用される。また、10MHz以上の周波数では厚み縦の三倍高調波の振動が使用される。この場合には周波数が調整できる振動方向には励振用の電極がついているため、周波数の調整は一般には困難である。

【0004】 以下に従来の圧電セラミック共振子の製造方法について説明する。図9に一例として従来の厚み縦振動を利用したセラミック素子の製造工程図を示す。まず焼結した圧電セラミック基板に電極を印刷により形成し、これを焼付けて付与し、次に絶縁油中で高電界を印加して圧電活性を与える分極と呼ばれる操作を行う。目標となる周波数に分布の中心をもってくるために、周波数先行試験により目的の周波数になる厚みを決定し、残りの全数をこの厚みにまで研磨する。次に真空蒸着法により銀等の電極を形成した後、最終製品の形状となる個片に切断する。これを周波数選別機にて規格内に入っている素子を選別し、組立て機にて図4のような形状に組立てる。

【0005】 図4に一例として圧電セラミック共振子の内部構造を示す。図4において、14はセラミック素

子、15はセラミック素子14上に形成された励振用電極、16はセラミック素子14の励振用電極15と端子17を電気的に接続する導電性接着剤、17は端子である。

【0006】 そしてケースを被せて接着剤で固定した後、特性選別機で検査して完成品とする。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、ここで周波数選別したものを組立てる工程においても導電性接着剤やハンダ等による振動のダンプ効果や組立て時の熱によって、周波数がドリフトし、分布は広がる傾向にあった。そのため水晶振動子の精度の±0.01%以下に対して圧電セラミック共振子の周波数精度は、±0.5%が一般的である。これ以下の精度については完成品を周波数選別するしかなく、歩留まりが下がりコストアップにもなり、圧電セラミック共振子が水晶振動子より安価であるという利点がなくなることになる。

【0008】 図2中の7に組立て後の完成品の周波数分布を示す。組立て前のセラミック素子は発振周波数がたとえば±0.16%のように必要とされる周波数範囲に較べ少し切込んだ値で選別しているにもかかわらず、組立時の変動のために分布は広がっていた。図2中、7は組立完成品の周波数分布を、9は必要とされる周波数範囲を示す。このため完成品の歩留まりが特に高精度品になるほど低く、コストアップになるという問題点を有していた。また今後ますます要求される周波数の高精度化にとっては製造上の隘路にもなっていた。

【0009】 本発明は上記従来の問題点を解決するもので、歩留まりの良い圧電セラミック共振子の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するために本発明の圧電セラミック共振子の製造方法は、圧電セラミック共振子の実測周波数と目標周波数の差を測定し、個々に組立てた素子について周波数差に比例した時間分だけ電解メッキを施して電極の厚みを増すことにより周波数を調整するようにしたものである。

【0011】 この方法によれば、歩留まりよく高精度の圧電セラミック共振子が得られることになる。

## 【0012】

【発明の実施の形態】 本発明の請求項1に記載の発明は、圧電セラミック共振子の実測周波数と目標周波数の差を測定し、個々に組立てた素子について周波数差に比例した時間分だけ電解メッキを施して電極の厚みを増すことにより周波数を調整するものであり、電解メッキにより付加した電極は付加質量として厚みもしくは厚みすべり振動の周波数を低い方にシフトし、あらかじめ組立てた圧電セラミック共振子の周波数を少し高めに設定しておけば目標周波数の周辺に鋭く分布させることができ歩留まりの良い高精度なものとすることができる。

10

20

30

40

50

【0013】請求項2に記載の発明は、電解メッキとしてニッケルの電解メッキを用いるものであり、下地の銀のマイグレーションを防ぐことができる。

【0014】請求項3に記載の発明は、圧電セラミック共振子の実測周波数と目標周波数の差を測定し、その測定による周波数差に比例した時間分だけパレルメッキ法により電極の厚みを増すことにより周波数を調整するようにしたものであり、請求項1と同様の作用を得ることができる。

【0015】以下本発明の具体的な実施の形態について 10 説明する。

(実施の形態1) 以下、本発明の一実施の形態を厚み縦振動を利用した圧電セラミック共振子の製造方法について説明する。製造工程図を図1に示す。

【0016】 $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})_xTi_yZr_zO_3$ 系の圧電セラミック基板1を $30 \times 40 \times 0.5$ mmの形状に焼成し、銀電極ペーストをスクリーン印刷し、メッシュベルト式電気炉で最高温度 $700^\circ C$ で5分間処理し分極用の電極を焼き付けた圧電セラミック基板2を得た。ついでシリコン油中で $100^\circ C$ で $1.5$ kVの電圧を30分間印加して分極した。次に分極後の試料のうちの 20 一部を $260 \mu m$ に研磨した後、図1のように蒸着により励振用の電極を形成したセラミック基板3を得、ついでダイヤモンド切断機で $5 \times 1.1 \times 0.260$ mmの寸法のセラミック素子4に切断した。このものの発振周波数を測定したところ平均値は $7.87$ MHzであった。

【0017】圧電セラミック共振子の発振周波数は $f = N/t$ で示される。ここで $f$ は発振周波数、 $t$ はセラミックの厚み、そして $N$ は周波数定数である。この式に代入すると $N$ は $2046 \text{ Hz} \cdot m$ となるので目標の周波数である $8 \text{ MHz}$ の発振子を得るには厚みを $256 \mu m$ にする計算になる。本発明の実施の形態の場合にはこれより2%薄い目の $251 \mu m$ に決定し、残りのセラミック基板をこの厚みにまで研磨した。

【0018】その後真空蒸着装置で図1のように表裏にクロムと銀の電極を蒸着した後、 $5 \times 1.1 \times 0.251$ mmのセラミック素子4の形状に切断した。そしてこれを周波数選別機で発振周波数の $\pm 0.2\%$ の範囲のものを選別した。これを組立て機で図4のように組立てた後、個々に発振周波数を測定した。この時の発振周波数分布を図2の7に示すが、中心値に対し $\pm 0.2\%$ が良品だとすると、図2の9の範囲に示される領域が良品である。

【0019】そこでそれぞれのセラミック素子4について目標周波数とのずれに比例した時間だけメッキ槽にて上記銀電極の上にニッケルを電解メッキした。この時のメッキの様子を図3に示す。図3において10はメッキされる圧電セラミック共振子で、圧電セラミック共振子10の両端子は短絡しておく。11は陽極となるニッケ 50

ル板、12はニッケルメッキ浴、13は直流電源である。

【0020】本実施の形態の場合のメッキ時間とシフトする周波数の関係を図5に示すが、時間1分あたり0.08%の周波数の低下に相当した。これらの圧電セラミック共振子を純水で洗浄、乾燥後すべて寄せ合わせ組立て機で外装ケースを被せ、樹脂で本体(共振子)と接着硬化した。そして特性選別機で $8 \pm 0.16 \text{ MHz}$ で発振周波数を選別した。この時の発振周波数の不良率は5.5%となった。

【0021】従来例として同様に分極まで終了したセラミック基板を目標周波数の厚みである $256 \mu m$ に研磨した。これを周波数分類機で同様に $8 \pm 0.16 \text{ MHz}$ で発振周波数を選別した。その後自動組立て機で組立て、完成品での特性選別を行ったこの時の発振周波数の不良率は45%であった。

【0022】なお本実施の形態においては厚み縦振動を利用する圧電セラミック共振子について説明したが、この他厚みすべり振動を利用したセラミックフィルタ、セラミック発振子についても適用できることはいうまでもない。

【0023】(実施の形態2) 次に本発明の第2の実施の形態について図6～図8を用いて説明する。

【0024】 $Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})_xTi_yZr_zO_3$ 系の圧電セラミック基板1を $30 \times 40 \times 0.5$ mmの形状に焼成し、銀電極ペーストをスクリーン印刷し、メッシュベルト式電気炉で最高温度 $700^\circ C$ で5分間焼き付けて分極用電極を形成したセラミック基板2を得た。次いでシリコン油中で $100^\circ C$ で $1.5$ kVの電圧を30分間印加して分極した。次に分極後の試料のうちの 30 一部を $260 \mu m$ に研磨した後、図6のように励振用電極を形成し、次いでダイヤモンド切断機で $5 \times 1.1 \times 0.260$ mmの寸法に切断した。このものの発振周波数を測定したところ平均値は $7.87 \text{ MHz}$ であった。

【0025】圧電セラミック共振子の発振周波数は $f = N/t$ で示される。ここで $f$ は発振周波数、 $t$ はセラミックの厚み、そして $N$ は周波数定数である。この式に代入すると $N$ は $2046 \text{ Hz} \cdot m$ となるので目標の周波数である $8 \text{ MHz}$ の圧電セラミック共振子を得るには厚みを $256 \mu m$ にする計算になる。本実施の形態の場合にはこれより2%薄い目の $251 \mu m$ に決定し、残りのセラミック基板をこの厚みにまで研磨した。

【0026】その後真空蒸着装置で図6のように表裏にクロムと銀の電極を蒸着した後、 $5 \times 1.1 \times 0.251$ mmの素子形状に切断してセラミック素子4を得た。そしてこれを周波数選別機で0.5%間隔で図7に示すように発振周波数の分類をした。図7において18は目標周波数、19は発振周波数の分布、20は選別される0.5%毎の小区分、21は良品範囲を示す。小区分に分類されたセラミック素子4をそれぞれ5000個ずつ

まとめ、目標周波数18とのずれに比例した時間だけバレルメッキ槽にてニッケルを電解メッキした。この時電流媒体として直径1mmのスチールボールを用いた。実施の形態の場合のメッキ時間とシフトする周波数の関係を図8に示すが、時間10分あたり1%の周波数のずれに相当した。これらのセラミック素子4をすべて寄せ合わせ、再度周波数分類機で $8 \pm 0.4$  MHzで発振周波数を選別した。この時の歩留まりは84%となった。

【0027】従来例として同様に分極まで終了したセラミック基板を目標周波数の厚みである $256 \mu\text{m}$ に研磨した。これを周波数分類機で同様に $8 \pm 0.4$  MHzで発振周波数を選別した。この時の歩留まりは47%であった。

#### 【0028】

【発明の効果】以上のように、本発明は従来困難であった組立て後の周波数微調整を容易にできるようにしたものであり、歩留まりよく高精度な圧電セラミック共振子を得ることができるものである。個々に周波数を測定し、目標値とのずれに比例した時間だけ電解メッキすることは自動化すればそれほど手間のかかることではない。

【0029】また、電極上にメッキの材質としてニッケルの電極を形成すれば、銀のマイグレーションの問題を防ぐことができるという利点も有することになる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態を示す厚み縦振動を利用した圧電セラミック共振子の製造工程とセラミック素子の状態を示す図

【図2】同圧電セラミック共振子の発振周波数の分布を説明する図

【図3】同圧電セラミック共振子のメッキの様子を説明

する図

【図4】同圧電セラミック共振子の内部構造を示す斜視図

【図5】同圧電セラミック共振子の電解メッキ時間と発振周波数の変化を示す図

【図6】本発明の第2の実施の形態の製造工程とセラミック素子の状態を示す図

【図7】同発振周波数の分布と小区分に分割する状態を説明する図

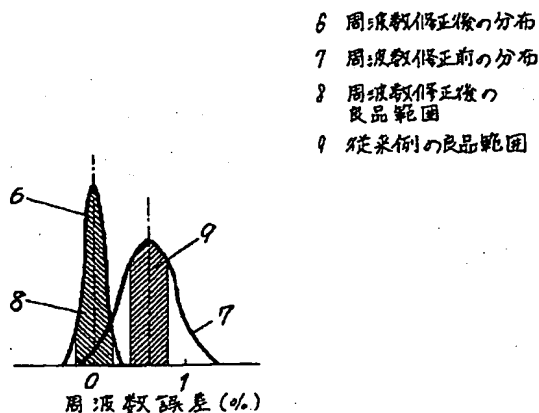
【図8】同バレルメッキ時間と発振周波数の変化を示す図

【図9】従来の厚み縦振動を利用した圧電セラミック共振子の製造工程図

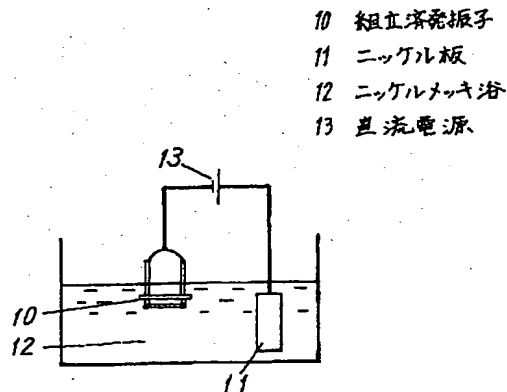
#### 【符号の説明】

- 1 セラミック基板
- 2 電極が焼付されたセラミック基板
- 3 研磨後蒸着電極が形成されたセラミック基板
- 4 セラミック素子
- 5 組立済み発振子
- 6 周波数修正後の分布
- 7 周波数修正前の分布
- 8 周波数修正後の良品範囲
- 9 従来例の良品範囲
- 10 組立済み発振子
- 11 ニッケル板
- 12 ニッケルメッキ浴
- 13 直流電源
- 14 セラミック素子
- 15 励振用電極
- 16 導電性接着剤
- 17 端子

【図2】

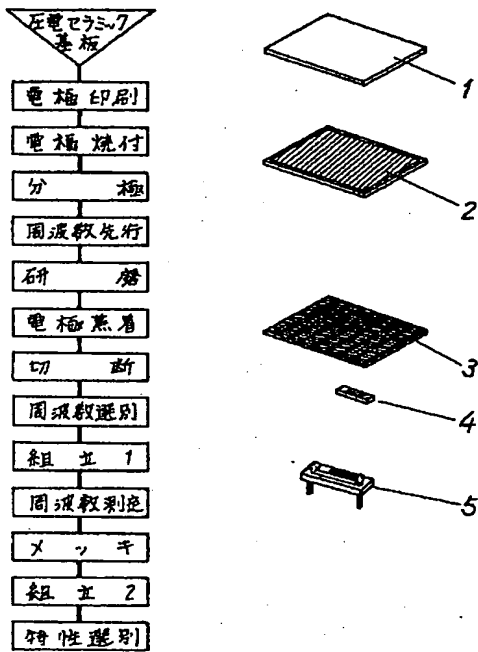


【図3】

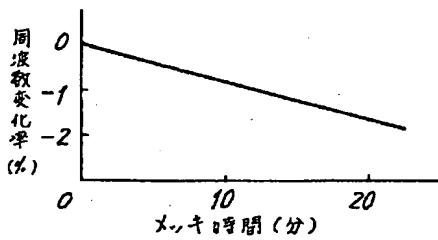


【図1】

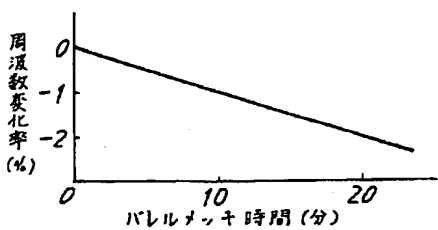
- 1 セラミック基板  
2 電極が焼付されたセラミック基板  
3 研磨後電極が形成されたセラミック基板  
4 セラミック素子  
5 組立済素子



【図5】

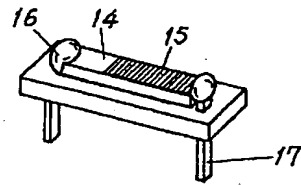


【図8】



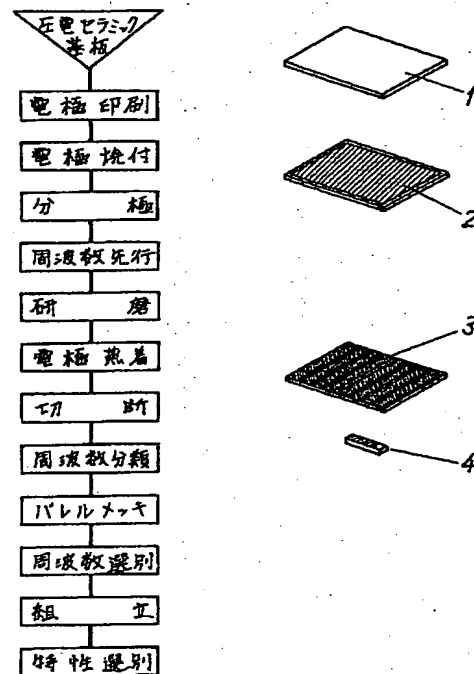
【図4】

- 14 セラミック素子  
15 励振用電極  
16 導電性接着剤  
17 端子

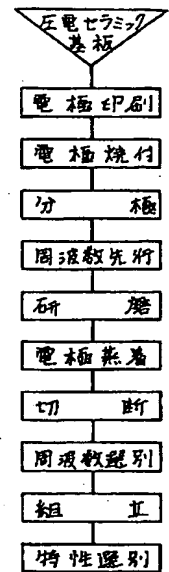


【図6】

- 1 セラミック基板  
2 電極が焼付されたセラミック基板  
3 研磨後電極が形成されたセラミック基板  
4 セラミック素子



【図9】



【図7】

- 18 目標周波数
- 19 発振周波数の分布
- 20 選別される0.5%毎の  
小区分
- 21 良品範囲

